



Examensarbete
i entomologi
2006:1



Effekten av methyljasmonat som skydd mot gnag av snytbagge (*Hylobius abietis*) på gran- och tallplantor

Petter Öhrn



foto: Rune Axelsson

Handledare: Bo Långström

Institutionen för entomologi
SLU, Box 7044, 750 07 Uppsala
2006

Abstract

The effect of methyl jasmonate on resistance against the large pine weevil (*Hylobius abietis*) in Scots pine and Norway spruce seedlings.

A field experiment was conducted in order to determine the dose-response effects of methyl jasmonate (MJ) on growth and defence to pine weevils in Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) and to compare the effect of MJ between pine and spruce.

In addition a complementary greenhouse experiment was conducted with the same aims as above and to determine the amount of resin ducts and their correlation to the feeding of pine weevils.

The field experiment was conducted on a fresh clear cutting in Garpenberg, southern Dalarna in central Sweden. The experiment consisted of 30 blocks with three kinds of containerized seedlings: 2-year old spruce, small pine (before shoot elongation) and 1-year old pine (already shoot elongated). They were all exposed to 4 treatments 14 days prior to the experiment: control, 25 mM/L MJ, 50 mM/L MJ and 100 mM/L MJ. Data on weevil damage and seedling growth were collected after the first and the second growing season.

The seedlings in the greenhouse experiment were of the same kind and were exposed to the same treatment as the ones in the field experiment. Three cages (size ca 1,5 m²) were used; one for each kind of seedlings, and each contained all 4 treatments with 6 replicates (four replicates for the small pine). One weevil per seedling was released in each cage, and the study was interrupted after 1-6 weeks depending on the feeding activity of the weevils.

The growth data from the field experiment was subjected to ANOVA's (GLM). The first growing season (2004) there was no block effect for either length growth or diameter. There was a significant difference between treatments for diameter but not for length. There were significant differences between the kind of seedling for both length and diameter. The second growing season (2005) there was a block effect. There was a significant difference between treatments and the different kind of seedlings for length growth but not for diameter growth. Thus, the results show that growth was significantly reduced by the MJ-treatment. The gnawing data from the field experiment were subjected to a non parametric Kruskal-Wallis test. There were no significant differences between the treatments in any of the tested seedling types, in none of the seasons.

The data from the greenhouse experiment were subjected to One-way ANOVA's and regression analysis. There were strong significant differences between treatments in the number of resin ducts for all of the plant types. There was no significant difference in the area of gnawing between treatments. There was no significant correlation between gnawed areas and the number or area of resin ducts. However there was a tendency for the spruce and 1-year old pine that increasing amount of resin ducts led to decreasing amount of feeding by pine weevils.

In conclusion the MJ-treatment leads to reduced growth and increasing numbers of resin ducts but no additional protection against the large pine weevil. The timing and concentration of MJ is crucial for the effect of the treatment.

Innehållsförteckning

Abstract	1
Inledning.....	3
Bakgrund	3
Snytbaggen och skogsbruket.....	3
Snytbaggens biologi	3
Snytbaggeskadornas omfattning	3
Olika skyddsåtgärder mot snytbaggen	4
Träd och plantors försvar	5
Tidigare försök med metyljasmonat.....	5
Syfte	6
Material och metod	7
Försöksuppläggning	7
Plantorna och deras behandling.....	7
Fältförsök	8
Hyggesbeskrivning.....	8
Plantering	8
Avläsning av fältförsöket	8
Statistik.....	8
Växthusförsök	9
Statistik.....	9
Resultat.....	10
Fältförsök	10
Snytbaggeangreppens omfattning och plantornas vitalitet.....	10
Gnagaktivitet	12
Plantornas tillväxt 2004.....	14
Plantornas tillväxt 2005.....	15
Växthusförsök	17
Förekomst av hartskanaler	17
Samband mellan kvantiteten hartskanaler och area gnag.....	17
Jämförelse av metoder för kvantifiering av hartskanaler	19
Diskussion.....	21
Tack	23
Referenser	23

Inledning

Bakgrund

Snytbaggen och skogsbruket

Snytbaggeproblemet är lika gammalt som trakthyggesbruket. Redan på 1700-talet finns beskrivet hur nyplanterade plantor dött av snytbaggens barknag. Under lång tid har man också försökt utveckla olika skydd (kragar, strumpor, strut, beläggningar, mm) och skogliga åtgärder (hyggesvila, markberedning, skärmställning) för att få bukt med problemet. Användning av insekticider har hållit skadorna på en tolerabel nivå sedan 1950-talet. DDT användes fram till 1975, då preparatet förbjöds. Efter några föryngringsmässigt svåra år så registrerades permetrin i slutet av 70-talet. Nyligen förbjöd kemikalieinspektionen permetrin. Det har dock utfärdats dispens för två andra medel, t o m 2005 eftersom inga giftfria plantskyddsmedel bedömdes vara tillfredställande (Långström & Day, 2004). Denna dispens har nyligen förlängts t o m 2007. Målet -ett skogsbruk fritt från kemikalier, har drivit på forskningen för att finna alternativa metoder som motverkar skador.

Snytbaggens biologi

Under svärmningen på våren (A = första växtsäsongen efter avverkning) lockas snytbaggen av doften från stubbar och färskt hyggesavfall till nyupptagna hyggen. Honan lägger sina ägg i de färska stubbarnas rötter eller direkt i marken (då söker larven upp rötterna själv) i anslutning till de färska stubbarna. Larven äter av basten. Den färdigutvecklade larven gör en puppkammare i veden eller i barken. I södra Sverige är skalbaggen fullbildad tidigast under sensommaren året efter avverkning (A+1) och kan göra ett höstnag innan övervintring. Nyckläckta snytbaggar kan också övervintra i puppkammaren och krypa fram först till våren (A+2). I båda fallen förblir de prereproduktiva tills precis efter att de migrerat till den nya platsen år A+2. I norra Sverige är utvecklingstiden ett eller två år längre (Eidmann & Klingström, 1990).

Snytbaggens utveckling och aktivitet påverkas starkt av temperatur, humiditet och ljusförhållanden. Det kan skilja ett år i utvecklingstiden beroende på om platsen är skuggad eller inte (Day et al., 2004).

Snytbaggens föda består till stor del av tunn bark på barrträd, kvistar, stammar på plantor, samt rötter och ibland vedartade örter. Barrträdsplantor utgör en mycket liten del av födan. En uppskattning av hur snytbaggen utnyttjar olika födokällor pekar på att max 10 % utgörs av bark på plantor (Bylund & Nordlander, 2001).

Snytbaggeskadornas omfattning

Plantavgången förorsakad av snytbaggegnag kan i södra Sverige uppgå till mer än 80 % på hyggen där ingen skyddande åtgärd utförs. Skadorna är generellt större i södra Sverige men kan lokalt vissa år vara betydande även i norra Sverige (Örlander, 1998). Skogsbrukets

kostnad för ej fungerande plantskydd har beräknats till ca en miljard kr per år (Weslien, 1998; Thuresson, et al., 2003).

Olika skyddsåtgärder mot snytbaggen

Det finns en rad metoder för att minska snytbaggens angrepp på nyplanteringar. Man kan urskilja två huvudsakliga strategier för att angripa problemet, (som kan kombineras med fördel):

- 1) förebyggande åtgärder som påverkar populationen av snytbaggar eller miljön på föryngringsobjektet (hyggesvila, skärmställning el. markberedning),
- 2) plantskydd som gör plantan mindre åtkomlig eller eftertraktad för snytbaggen med hjälp av fysikaliska (kragar, vax, sand, mm) eller kemiska skydd (permetrin, mm) (Petersson, 2004).

Förebyggande åtgärder

För att hyggesvila ska fungera som motåtgärd krävs minst tre års vila för att snytbaggarna ska ha hunnit lämna hygget. Avverkningar bör inte heller ske i närheten av gamla hyggen där plantorna inte hunnit bli tillräckligt stora för att snytbaggen inte kan skada dem. Hyggesvila leder dock till ökad vegetationskonkurrens vilket ökar plantavgångarna (Långström & Day, 2004).

En markberedning som ser till att mineraljorden blottläggs minskar risken för snytbaggeangrepp om plantan sätts minst 10 cm från humuskant (Örlander, 1998). Snytbaggen undviker att uppehålla sig längre tid på blottlagd mineraljord. (Björklund & Nordlander, 2001).

En skärmställning ger ett bra skydd mot snytbaggeangreppen. Vid ett skärmförsök i Asa var andelen angripna plantor 70 % på kalhuggen mark, motsvarande andel i en skärm med 80 stammar/ha var 40 % och i en tätare skärm med 160 stammar/ha var andelen angripna mindre än 20 %. Orsaken till att angreppen minskar är att en skärm minskar anlockningen av snytbaggar eftersom antalet stubbar är färre, beskuggningen gör baggarna mindre aktiva och därmed mindre hungriga, dessutom finns det mer alternativ föda till plantor under en skärm i jämförelse med ett hygge (Örlander, 1998).

Plantskydd

Tills nyligen var permetrin den enda tillåtna insekticiden i Sverige för behandling av barrträdplantor mot insektsnag. I och med förbudet av permetrin från 1 januari 2004, har kemikalieinspektionen givit dispens för användning av cypermetrin och imidacloprid, först under en tvåårsperiod och nu ytterligare förlängt tom 2007, med en 2-årig avvecklingsperiod t o m 2009. Orsaken till förbudet är av miljö- och hälsopolitiska skäl. Permetrin liksom andra syntetiska pyretroider är mycket giftiga för vattenlevande organismer och kan också medföra hälsofara vid hantering. Målsättningen är därmed ett insekticidfritt skogsbruk (Bernson, 1998).

Många olika barriärskydd har testats med varierad framgång. Den kragförsedda hylsan har givit bäst resultat i fält. Arbetet fortsätter med att vidareutveckla skyddet. Problemet med många barriärskydd är att de inte bryts ned, utan sitter kvar och hindrar plantans utveckling (Nordlander et al., 2001). En uppföljning av andra mekaniska plantskydd efter 6 år i fält visade sig flertalet av skydden vara hämmande på plantans rotutveckling (von Hofsten & Petersson, 2001). Två andra barriärskydd som prövats är Bugstop och Conniflex. Bugstop

består av en vaxbeläggning som appliceras på plantans stam. Det ger ett relativt gott skydd åtminstone det först året. Conniflex består av en påsprutad seg hinna bestående av fina sandkorn. Skyddseffekten är god, även efter två år, vilket är ovanligt för ett beläggningsskydd (Hannertz, 2003).

Snytbaggar skyr smaken av vissa ämnen i andra snytbaggars avföring. Dessa ämnen tillförs av honan vid äggläggning för att skydda äggen från att bli förstörda av snytbaggar som äter av bark på rötter. Man har lyckats att syntetisera ett sådant gnagavskräckande ämne. Det ger bra skydd under första säsongen men problem med att hitta en bra bärsubstans som inte är flyktig gör att behandlingen inte skyddar i flera säsonger (Nordlander, 2001).

Genom att använda sticklingar eller extra grova plantor kan man minska angreppen av snytbaggen. En planta med en stambasdiameter grövre än 5-6 mm klarar snytbaggeangreppen. Värst drabbade är plantor som har en diameter på 4 mm. En ny idé är att använda sig av miniplantor som har en stambasdiameter mindre än 2 mm (Thorsén et al., 2001). I detta försök testas en planttyp som nära motsvarar en miniplanta.

Träd och plantors försvar

Ett träds försvar kan delas upp i två nivåer, ett konstitutivt försvar som alltid är aktivt och ett inducerat kemiskt försvar som aktiveras när trädet utsätts för angrepp (Lieutier, 2004).

Ett barrträds kemiska försvar innefattar produktion av terpenier och fenoler som hjälper till att hindra angrepp av insekter och patogener (Heijari et al, 2004). Ett system av hartskanaler är väl utvecklat hos tallsläktet *Pinus* och något mindre utvecklat hos gransläktet *Picea*. Hartskanalsystemet är uppbyggt av ett nätverk av sammankopplade vertikala (i splintveden) och radiära (i både splint och floem) kanaler som omringas av celler som svarar för framställningen av hartser. Efter en insektsattack resulterande i en sårskada frigörs omedelbart kåda från detta system och förhindrar ett angrepp om flödet är rikligt (Lieutier, 2004).

Utöver de två ovan nämnda nivåerna kan det läggas till en tredje nivå; det förvärvade försvaret, som gör individer motståndskraftigare som överlevt tidigare angrepp (Långström & Day, 2004). Något som också påverkar är plantans nedärvda egenskaper. Dit hör sammansättningen av lockande doft bestående av många olika monoterpenier. När en planta utsätts för snytbaggegnag frigörs stora mängder av dessa monoterpenier. Därmed lockas flera snytbaggar till de redan angripna plantorna. Utöver de nedärvda egenskapernas påverkan på plantans motståndskraft mot snytbaggar så spelar miljöfaktorerna en avgörande roll. Förutom storleken på plantan är dess närings- och vattenstatus avgörande för förmågan till försvar, genom ett rikligt kådflöde (Nordlander, 1998). Metyljasmonat (MJ) fungerar som en signalsubstans för mobilisering av växters inducerade försvar och i naturen förekommer MJ i många växter som en hormonliknande substans involverad i ett flertal processer, såsom tillväxt, fotosyntes och försvar mot insekter och patogener (Heijari et al., 2004).

Tidigare försök med metyljasmonat

De flesta tidigare studier har mestadels utförts på angiospermer, men allt fler studier utförs på barrträd. Man har funnit att MJ inducerar bildningen av traumatiska hartskanaler hos 30-åriga granar och även 2-åriga granplantor (Franceschi, et al., 2002). Hos de 30-åriga granarna ökade

försvaret mot blånadssvampen *Ceratocystis polonica*. Hartskanaler skyddar till viss del mot snytbaggen men på bekostnad av en kraftigt nedsatt höjdtillväxt. I en svensk förstudie har man funnit samma sak både på tall- och granplantor (Långström, opubl). Då testades samma höga dos av MJ som användes i Franceschi et al.'s studie, där medlet penslades på stammen. I denna studie fann man att vävnaden ovanför den första internoden, som inte hade penslats, även den hade ett förhöjt antal hartskanaler. Senare kom även en studie på 2-åriga tallplantor av Heijari et al. (2004). Även i den studien noterades negativa bieffekter såsom nedsatt tillväxt och ökad mortalitet utan att någon tydlig gnagavskräckande effekt av behandlingen påvisades.

Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka skyddseffekten av MJ mot gnag av snytbagge och tillväxten hos gran- och tallplantor. Vilken inverkan har tidpunkten (i plantans tillväxtprocess) för behandlingen? Finns det en skillnad mellan gran och tall?

Material och metod

Försöksuppläggning

Mitt huvudmål med arbetet var att utreda vid vilken koncentration av MJ som de lägsta tillväxtförlusterna och det bästa plantskyddet uppnås. Detta gjordes med hjälp av ett dos-respons försök i fält. Ett kompletterande inomhusförsök utfördes även för att klargöra om det fanns ett samband mellan dosen MJ, gnetets omfattning och hartskanalernas antal och area. Därutöver jämfördes de både metoderna för kvantifiering av hartskanalinducering.

Plantorna och deras behandling

Den 7 juni behandlades gran- och tallplantor på plantförsöksstationen i Garpenberg med koncentrationerna 25, 50 och 100 mM/L av MJ. En fjärdedel av varje typ av planta lämnades obehandlad för att utgöra referens. Tre olika planttyper användes. Samtliga var täckrotsplantor. Med en pipett applicerades 5 ml av MJ-lösningen på plantornas stambaser. Följande planttyper behandlades:

1. 2-årig gran med påbörjad tillväxt (48 st)
2. 1-årig tall med påbörjad tillväxt (33 st)
3. Årsplanta av tall med ej påbörjad tillväxt (45 st)

Jag prövade också att spruta medlet direkt på barrmassan i stället för att behandla varje planta enskilt. Med hjälp av en sprejflaska sprutades lösningen på endel av de plantor som blev över av både 2-årig tall (45 st.) och gran (48 st.). Denna behandlingsmetod blev för mycket för plantorna – barren vissnade.

För att beskriva plantornas storlek slumpades tio plantor ut av den skottsatta tallen och granen. Hos dessa plantor mättes totala höjden, toppskottets längd och stambasens diameter.

För att hindra luftburen spridning av MJ-behandlingen placerades kontrollerna och de behandlade plantorna på friland på ett avstånd större än fem meter ifrån varandra. Två veckor efter behandlingen sattes plantorna ut på ett färskt hygge.

Tabell 1. Plantornas medelstorlek före behandling. (*uppskattad diameter – missades att mätas innan behandling)

	Diameter (mm)	Total längd (cm)	Toppskottslängd (cm)
2-årig Gran	4,3	26	2
årstall	Ca 2,5*	11	0
1-årig tall	4,0	24	16

Fältförsök

Hyggesbeskrivning

Hygget var beläget i närheten av Garpenberg, södra Dalarna, 215 meter över havet. Trädslagsfördelningen uppmättes i fem stycken 100 m² stora cirkelprovytor. På dessa fanns det 10 gran- och 7 stycken tallstubbar, med en diameter under bark på i genomsnitt 42 cm för granen och 34 cm för tallen. Det motsvarar totalt 340 stammar per ha och den totala grundytan blir 40 m² per ha. Den grundtyevägda trädslagsfördelningen blir således 69 % gran (*Picea abies*) och 31 % tall (*Pinus sylvestris*). Ståndortsindex uppskattades till G26. Markvegetationen var från blåbärstyp till starr-fräkentyp.

Plantering

Planteringen som ägde rum 22-23 juni utformades som ett enkelträdsförsök med 30 upprepningar. I varje provyta, som var ca 3 gånger 4 meter stor, sattes en planta av varje typ och koncentration av behandling med metyljasmonat, totalt 12 stycken. Plantorna sattes på ca 0.5 -1 meters avstånd från varandra. Innan planteringen markbereddes planteringsfläcken genom att vegetation i form av bärris, gräs eller mossor avlägsnades med en hacka.

Avläsning av fältförsöket

Den 16 juli, efter närmare en månad inventerades plantorna för första gången. Angreppens omfattning bedömdes på en skala från 0-3 där; 3 = inget angrepp, 2 = lättare angrepp (ett eller flera grunda sår i barken; överlevnad ej hotad), 1 = allvarigare angrepp (djupa och/eller stora sår men ej ringbarkning av plantan; överlevnad osäker) och 0 = dödligt angrepp (omfattande gnag och/eller fullständig ringbarkning; död ofrånkomlig). Efter ytterligare en månad den 16 augusti utfördes samma inspektion igen. För dessa inspektioner har jag dock valt att endast presentera angrepp eller inget angrepp.

I slutet av september bedömdes angreppens omfattning återigen. Denna gång uppskattades också snytbaggegnagets area i kvadratmillimeter och plantans vitalitet bedömdes på en skala från 0-3 där 3 = frisk, 2 = lätt nedsatt, 1 = svårare nedsatt och 0 = död eller döende. Sedan mättes även totala höjden, toppskottets längd och stambasens diameter.

Följande år, september 2005 upprepades samma inspektion som närmast ovan, men istället för 30 provytor så inspekterades endast 23 st pga tidsbrist. För årstallen inspekterades endast 16 upprepningar eftersom plantor hade grävts upp för att ingå i växthusförsöket året innan.

Statistik

En variansanalys (GLM) användes för att testa hur diameter- och längdtillväxt påverkades av faktorerna planttyp, behandling och block, där block behandlades som en slumpmässig faktor. Den gnagda arean uppfyllde ej kravet om normalfördelade data. Därför användes ett Kruskal-Wallis test som är icke parametriskt. För klassindelningen av gnagets omfattning och plantans vitalitet användes ett Chi²-test. För att testet skulle vara giltigt krävdes det att klasserna 0-2 slogs samman och endast två klasser jämfördes; frisk och nedsatt vitalitet (lätt nedsatt till döende eller död). Beräkningarna utfördes i statistikprogrammet Minitab.

Växthusförsök

På grund av den låga gnagaktiviteten i fältförsöket utfördes även ett kompletterande försök i växthus. Pga brist på årstallar togs plantor från fältförsöket. Fyra upprepningar av årstallar grävdes upp för att användas i växthusförsöket. De plantor som valdes ut var friska och oangripna. För gran och 1-årig tall fanns tillräckligt med plantor över från fältförsöket som förvarats på friland på plantförsöksstationen i Garpenberg. Dessa plantor användes sedan för bestämning av hartskanaler (Se nedan).

Sex upprepningar och 4 behandlingar, totalt 24 plantor sattes i 4 gånger 6 positioner med ca 15 cm mellanrum i en låda (ca 1 gånger 1,5 meter), gran och den 1-årig tall sattes i separata lådor. Plantorna placerades slumpmässigt inom varje led, sånär som på att en planta av varje koncentration fick stå i varsitt hörn av lådan. 25 stycken snytbaggas släpptes in i vardera lådan. Efter en vecka avbröts tallförsöket och efter sex veckor avbröts granförsöket. Ett försök med de årstallplantorna utfördes också, men pga. brist på plantor endast med fyra upprepningar. Vid försökens slut uppskattades gnaget. Därefter frystes plantorna för att senare tas till NISK på Ås i Norge. Där studerades tvärsnitt på plantorna och mängden hartskanaler bestämdes i den sista årsringen, dvs. de hartskanaler som uppkommit efter att behandlingen ägt rum. Prepareringen av stamsnitten utfördes genom att frysa ned ca 3 mm långa stamsektioner av plantorna, hyvla dessa i 13 mikrometer tunna skivor med hjälp av en mikrotom. Slutligen fästes stamsnitten på objektglas för att fotograferas i mikroskop. Sedan analyserades bilderna och hartskanalerna kvantifierades dels genom att okulärt uppskatta antalet och dels med hjälp av datoriserad bildanalys i dataprogrammet IMP (Image processing) för att beräkna hartskanalernas area i antalet pixlar. Med den kända skalan kunde arean konverteras till kvadratmillimeter.

Statistik

I statistikprogrammet Minitab utfördes beräkningar av regressionsekvationer och signifikans för i resultatdelen beskrivna samband. För test av signifikans för gnag, area och antal hartskanaler användes en "One-way Anova" med 95 % konfidensintervall.

Resultat

Fältförsök

Snytbaggeangreppens omfattning och plantornas vitalitet

2-årig gran

Det påvisades inga signifikanta skillnader för vare sig gnagd area, antal gnagda plantor eller för plantornas vitalitet (*Tabell 2*). Tendensen är dock att färre kontrollplantor angripits än de i de behandlade försöksleden (*Figur 1*). Angreppsnivån var dock mycket låg år 2004 och endast något högre år 2005 (*Tabell 3*). För plantornas vitalitet kan man däremot inte urskilja någon tendens (*Figur 3*).

1-årig tall

Vare sig skillnader i gnagd area, antalet plantor med gnag eller antal plantor med nedsatt vitalitet visar på signifikans (*Tabell 2*). Tendensen är dock att angreppen är mindre per enskild angripen planta för de behandlade plantorna men att å andra sidan fler behandlade plantor har angripits än kontroller. Liksom för granen var angreppsnivån mycket låg båda säsongerna (*Tabell 3*). För plantornas vitalitet kan man inte heller urskilja någon tendens (*Figur 3*).

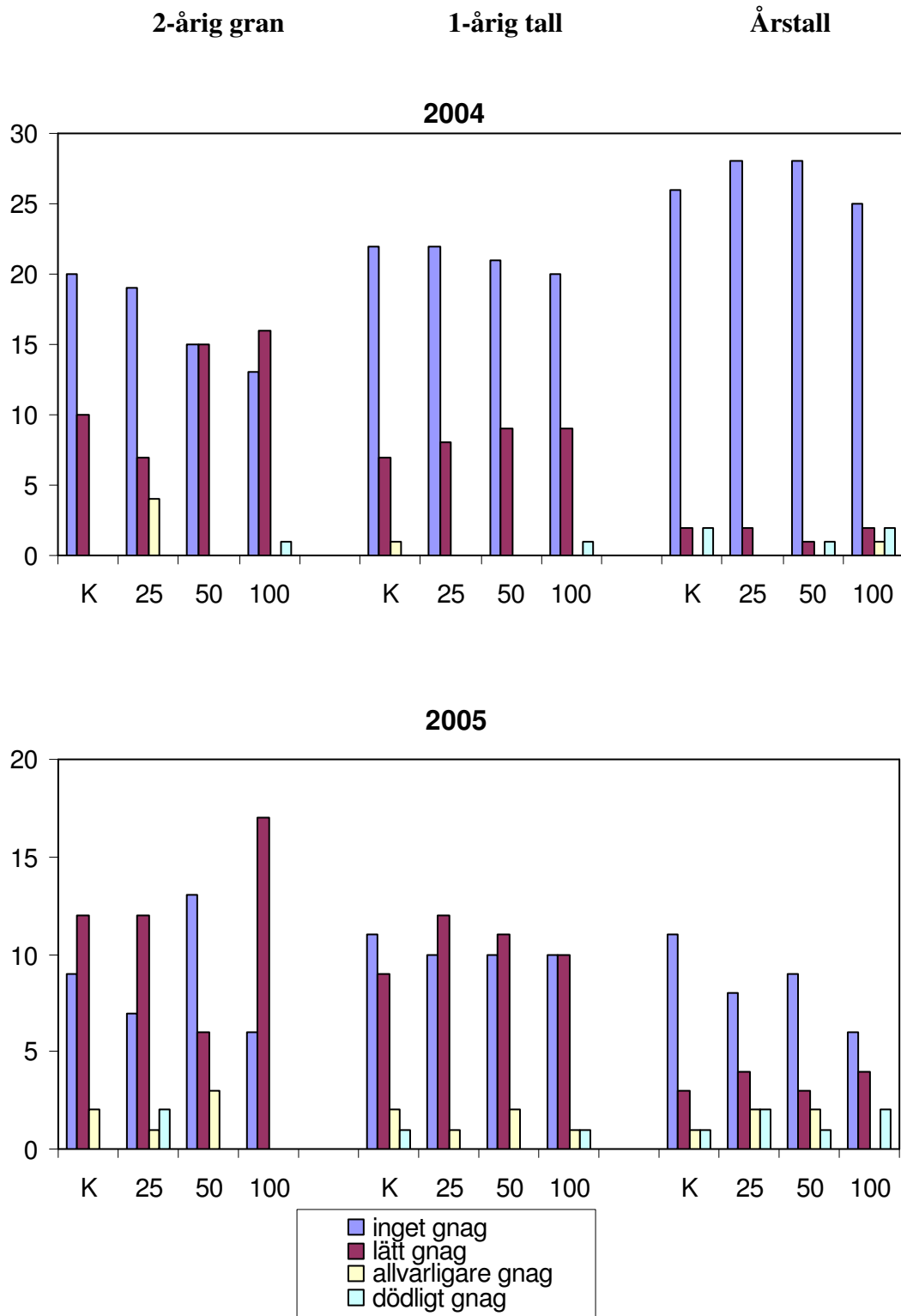
Årstall

Det påvisades ingen signifikans för vare sig gnagd area, antal gnagda plantor eller för plantornas vitalitet (*Tabell 2*). Första säsongen angreps en sjättedel av 100 mM MJ behandlingen av snytbaggen, vilket är flest i jämförelse med övriga behandlingar. Tendensen att de behandlade plantorna angripits mer är tydligare efter andra säsongen då ca hälften av de behandlade plantorna angripits, i jämförelse mot mindre än en tredjedel av kontrollerna (*Figur 1*). Även för årstallen var angreppsnivån mycket låg båda säsongerna (*Tabell 3*).

Det var signifikanta skillnader i vitalitet mellan behandlingarna (*Tabell 2*) under första säsongen (2004). Vitaliteten var sämst hos de plantor som behandlats med 100 mM MJ, närmare hälften av plantorna hade en lättare till dödligt nedsatt vitalitet (*Figur 3*).

Tabell 2. p-värden för gnagd area och antal gnagda plantor efter första (2004) och andra vegetationsperioden (2005) efter MJ-behandling (2004: n=30; 2005: gran och 1-årig tall: n=23; årstall: n=16).

	Gran		1-årig tall		Årstall	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Gnagd area	0,290	0,393	0,976	0,526	0,508	0,667
Antal gnagda pl.	0,200	0,120	0,931	0,989	0,507	0,679
Vitalitet	0,622	0,378	0,630	0,701	0,042	0,930



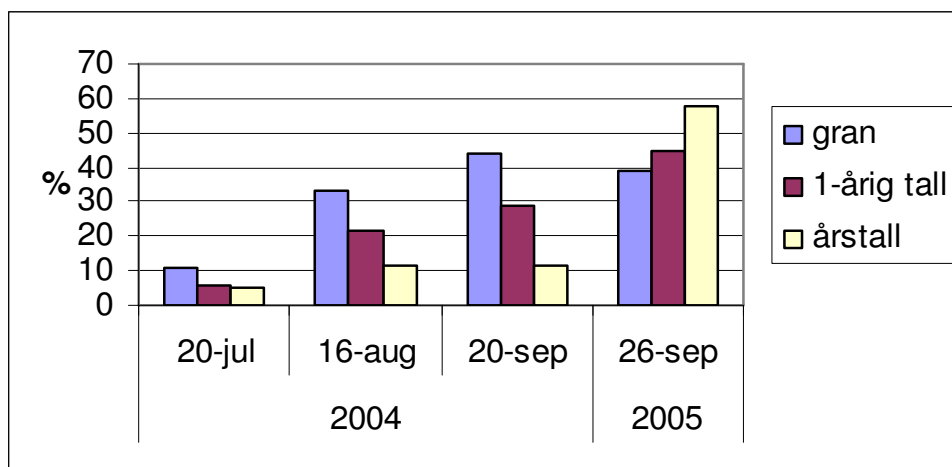
Figur 1. Antal gnagda plantor av gran, 1-årig tall och årstall efter första (2004) och andra vegetationsperioden (2005) efter MJ-behandling (2004: n=30; 2005: gran och 1-årig tall: n=24; årstall: n=16).

Tabell 3. Medelvärden för gnagd area och gnagd area per gnagd planta efter första (2004) och andra vegetationsperioden (2005) efter MJ-behandling (2004: n=30; 2005: gran och 1-årig tall: n=23; årstall: n=16).

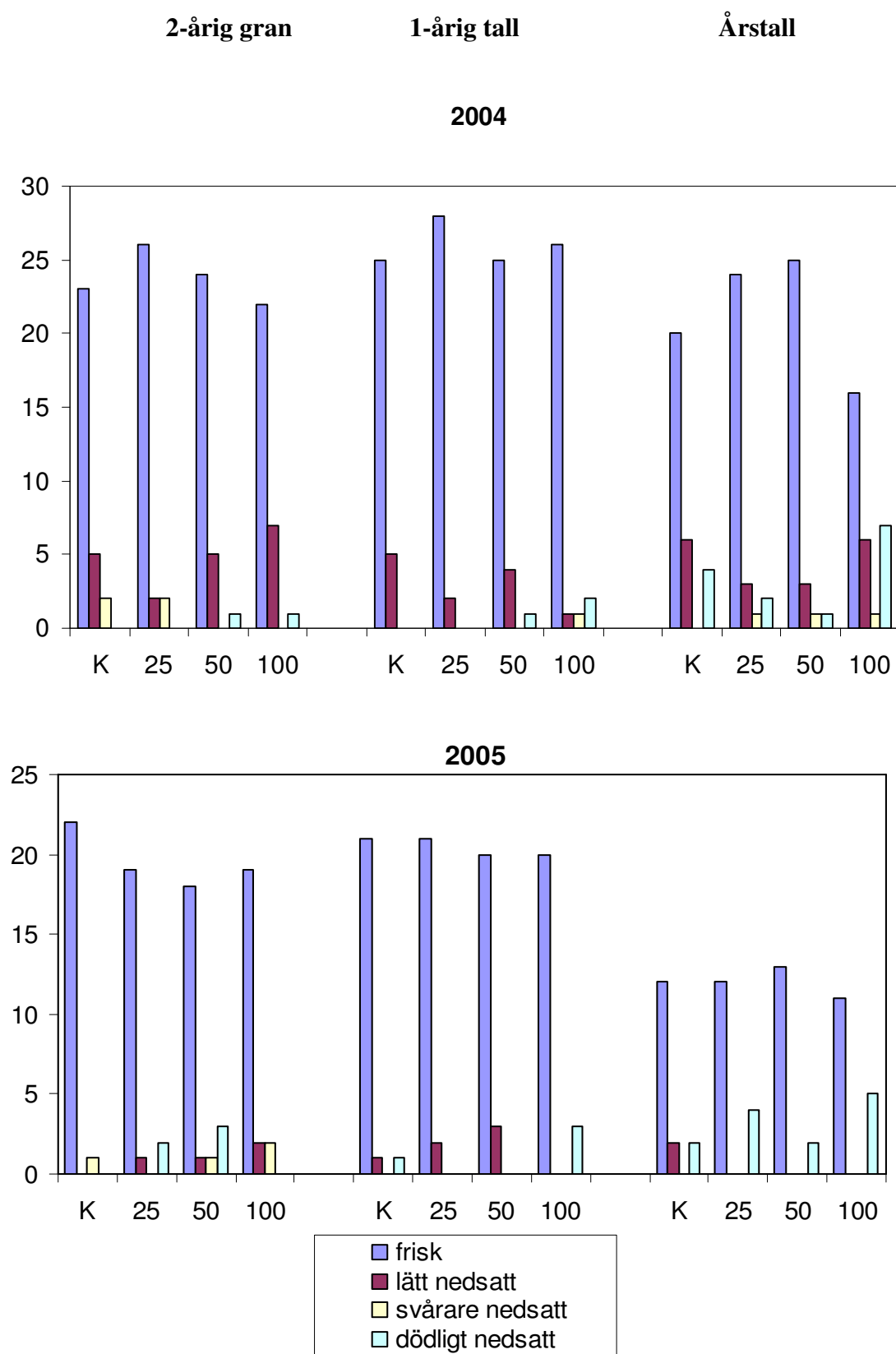
Planttyp	Gnagd area (mm ²)		Gnagd per gnagd planta (mm ²)	
2-årig gran	2004	2005	2004	2005
kontroll	1,0	13,9	3,0	22,8
25mM	6,5	16,3	17,6	25,0
50mM	2,3	39,9	4,5	102,0
100mM	2,9	6,9	5,1	9,3
1-årig tall				
kontroll	5,0	23,0	18,9	44,0
25mM	1,4	9,5	5,1	16,8
50mM	1,4	14,7	4,6	26,0
100mM	1,9	17,2	5,8	33,0
Årstall				
kontroll	6,8	5,2	51,3	16,6
25mM	0,1	14,2	1,5	28,4
50mM	3,6	56,3	52,5	150,1
100mM	3,4	2,6	20,6	7,0
Medelvärde (alla plantor)	3,0	18,3	15,9	40,1

Gnagaktivitet

Gnagaktiviteten var ganska jämn under sommaren 2004. Granen utsattes för mer gnag än tallarna under första sommaren. Andra sommaren (2005) var situationen den motsatta – en mindre andel av granplantorna var angripna. För 1-årig tall var fler plantor angripna efter andra sommaren. Störst skillnad mellan säsongerna ser man hos årstallen där endast drygt en tiondel angripits första sommaren mot mer än hälften andra sommaren (*Figur 2*). En felkälla är att inte alla plantor inventerades efter andra sommaren.



Figur 2. Andel gnagda plantor vid tre gnaginventeringar under 2004 (n=120, samtliga behandlingar) och en under 2005 (gran och 1-årig tall: n=96; årstall: n=62).



Figur 3. Antal planter med nedsatt vitalitet av gran, 1-årig tall och årstall efter första (2004) och andra (2005) vegetationsperioden efter MJ-behandling (2004: n=30; 2005: gran och 1-årig tall: n=24; årstall: n=16).

Plantornas tillväxt 2004

Det var ingen signifikant blockeffekt i försöket. De olika planttyperna skiljde sig signifikant från varandra i både längdtillväxt och diameter. Det var signifikanta skillnader mellan behandlingarna för diameter men inte för längdtillväxten efter första sommaren (*Tabell 4 & 5, Figur 4*). Längdens korrelation med diametern var signifikant och vice versa (*nedersta raden Tabell 4 & 5*).

Diametern mättes inte på alla plantor innan behandling utan på ett slumpmässigt urval. Därför kunde endast den totala diametern och inte diameter-tillväxten jämföras efter vegetationsperioden 2004.

Tabell 4. GLM, Variansanalys av diameter 2004.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
längdtillväxt	1	80,1462	15,6075	15,6075	35,20	0,000
block	29	21,3959	18,5201	0,6386	1,44	0,071
planttyp	2	232,2338	232,2274	116,1137	261,88	0,000
behandling	3	4,2499	4,3103	1,4368	3,24	0,022
planttyp*behandl.	6	7,0847	7,0847	1,1808	2,66	0,016
Error	312	138,3337	138,3337	0,4434		
Total	353	483,4442				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3,3549	0,1215	27,62	0,000
längdtil	0,06570	0,01107	5,93	0,000

Tabell 5. GLM, Variansanalys av längdtillväxt 2004.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
diameter	1	2765,62	366,60	366,60	35,20	0,000
block	29	273,26	222,47	7,67	0,74	0,839
planttyp	2	10259,60	10270,33	5135,17	493,09	0,000
behandling	3	63,56	61,72	20,57	1,98	0,118
planttyp*behandl.	6	71,02	71,02	11,84	1,14	0,341
Error	312	3249,25	3249,25	10,41		
Total	353	16682,32				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4,251	1,066	3,99	0,000
diameter	1,5432	0,2601	5,93	0,000

Plantornas tillväxt 2005

Andra säsongen var det en signifikant blockeffekt i försöket. De olika planttyperna skiljde sig signifikant från varandra vad gäller längdtillväxt men inte för diametertillväxten. Det var signifikanta skillnader mellan behandlingarna för längdtillväxten men inte för diametertillväxten (*Tabell 6 & 7, Figur 4*).

Längdtillväxtens korrelation med diametertillväxten var signifikant och vice versa. (*nedersta raden, Tabell 6 & 7*).

Tabell 6. GLM, Variansanalys av diametertillväxt 2005.

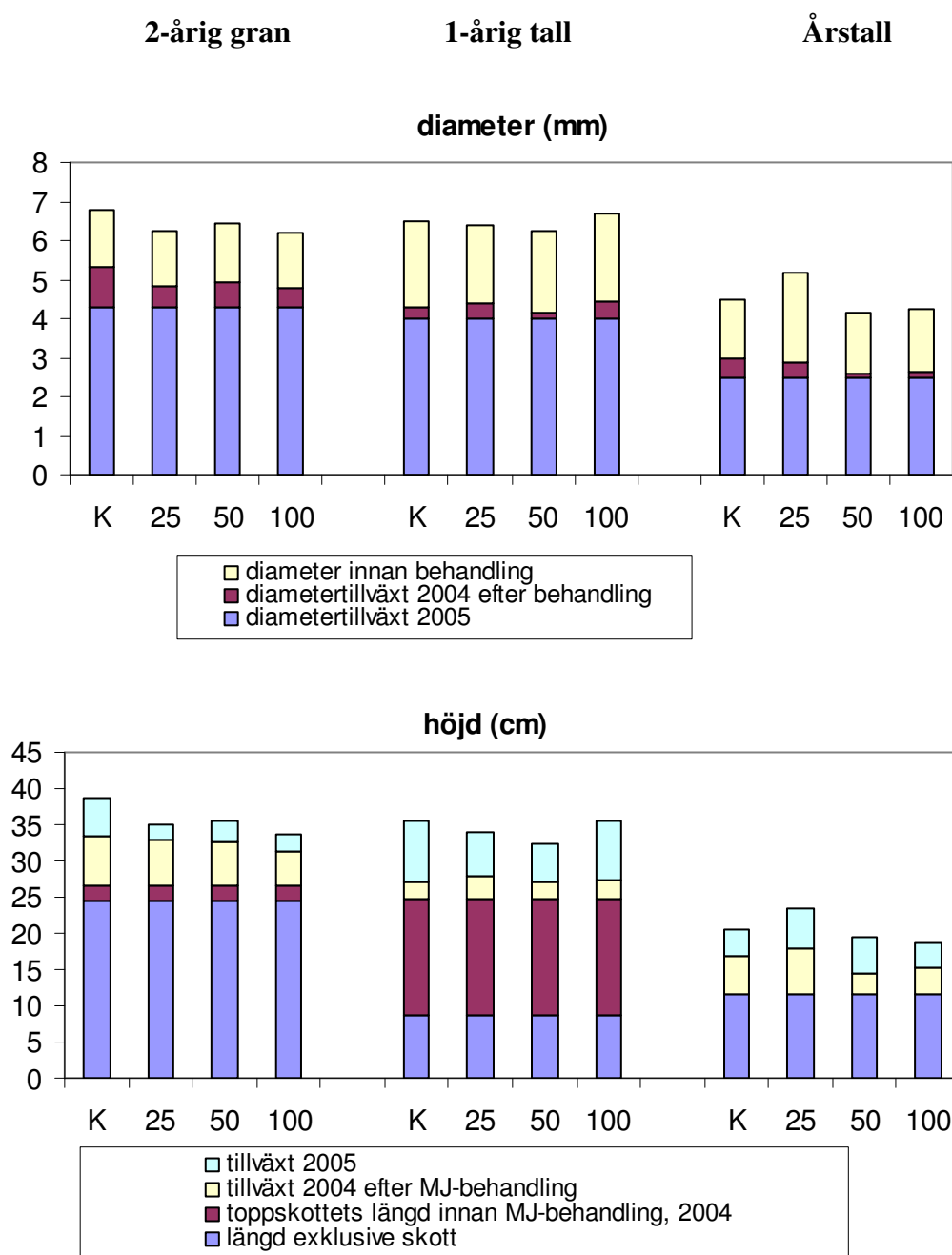
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Längdtillväxt	1	101,916	38,152	38,152	38,09	0,000
block	23	53,686	54,497	2,369	2,37	0,001
plantyp	2	2,557	2,503	1,252	1,25	0,289
behandling	3	4,203	4,161	1,387	1,38	0,249
plantyp*behandli	6	2,105	2,105	0,351	0,35	0,909
Error	164	164,253	164,253	1,002		
Total	199	328,719				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1,1967	0,1308	9,15	0,000
längdtillväxt	0,13583	0,02201	6,17	0,000

Tabell 7. GLM, Variansanalys av längdtillväxt 2005.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
diameter	1	1154,68	389,81	389,81	38,09	0,000
block	23	440,82	401,93	17,48	1,71	0,030
plantyp	2	218,63	214,88	107,44	10,50	0,000
behandli	3	139,80	93,00	31,00	3,03	0,031
plantyp*behandli	6	92,17	92,17	15,36	1,50	0,181
Error	164	1678,20	1678,20	10,23		
Total	199	3724,29				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2,1363	0,4861	4,39	0,000
diameter	1,3878	0,2248	6,17	0,000



Figur 4. Medelvärden för diameter och höjd på 2-årig gran, 1-årig tall och årstall efter första (2004) och andra (2005) vegetationsperioden efter MJ-behandling (2004: n=30; 2005: gran och 1-årig tall: n=24; årstall: n=16).

Växthusförsök

Förekomst av hartskanaler

Antalet hartskanaler var betydligt fler hos de behandlade plantorna än hos kontrollerna. Detta var särskilt tydligt hos granen där kontrollen i princip inte hade en enda vertikal hartskanal. Det var i den yttersta årsringen, den som uppkom efter MJ- behandlingen som mängden hartskanaler jämfördes. På de behandlade plantorna syntes en tydlig ring av hartskanaler i årsringens inre del. Hos den 1-åriga tallen som redan genomgått större delen av årets tillväxt innan behandling (*Figur 1*) uppstod något som liknar en extra årsring (*Figur 5*).

Samband mellan kvantiteten hartskanaler och area gnag

Gran

Signifikanta skillnader mellan behandlingarna var det både för antalet och för arean av hartskanaler men inte för den gnagda arean (*Tabell 8*). De plantor som behandlats med koncentrationen 50 mM MJ hade angripits ca tre gånger så mycket som de obehandlade (*Tabell 9*). Det fanns ingen signifikant korrelation mellan antalet hartskanaler och area gnag respektive area hartskanaler och area gnag. Tendensen var dock att mer hartskanaler innebar mindre gnag (*Figur 6*).

1-årig tall

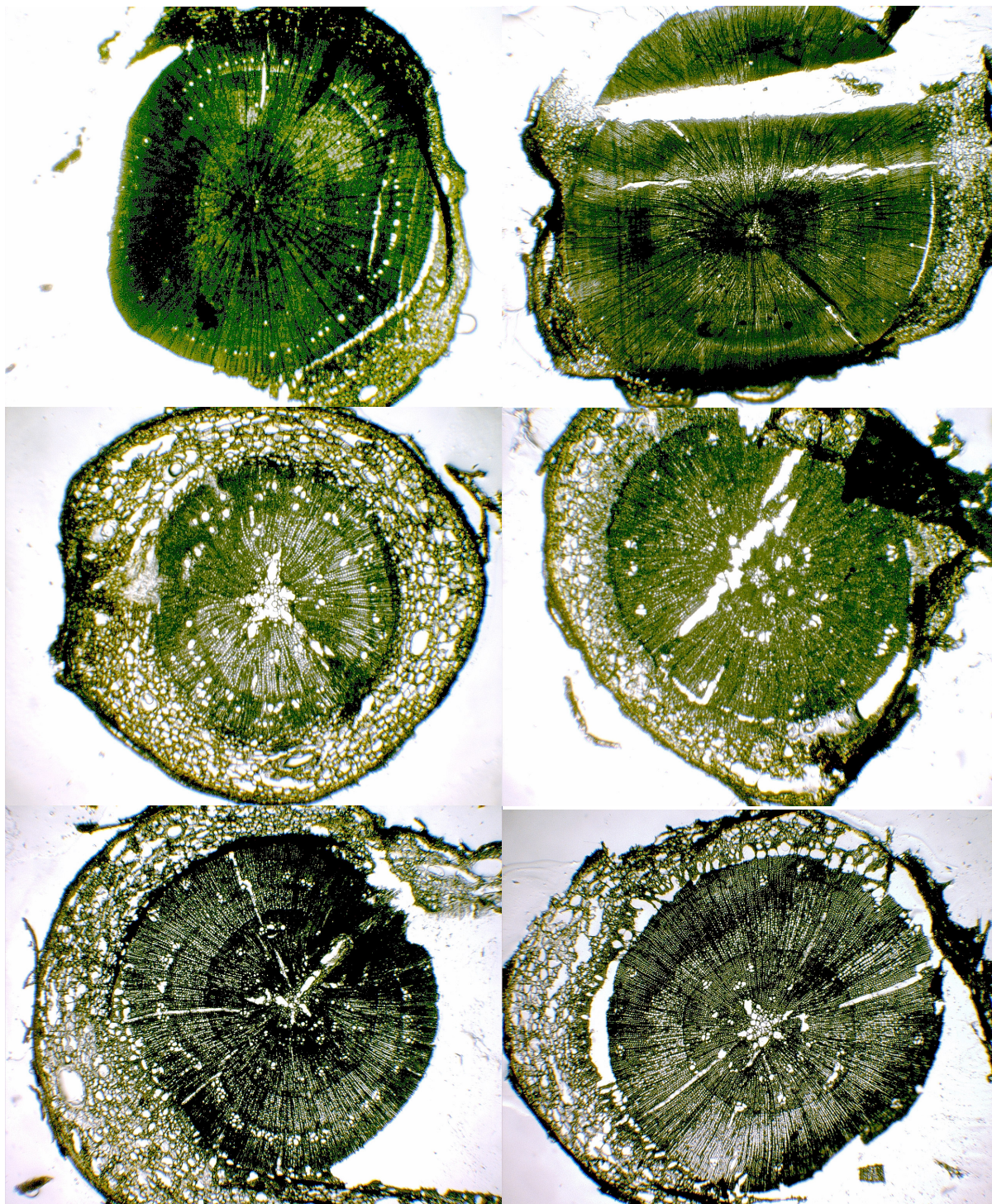
Det var signifikanta skillnader mellan behandlingarna för antalet hartskanaler men inte för arean (*Tabell 8*). Antalet var 3 gånger så stort och arean 2,5 gånger större för 100 mM MJ än för de obehandlade kontrollerna. Gnagets omfattning var ej signifikant (*Tabell 8*). Både korrelationen mellan area gnag och area - respektive antal hartskanaler var ej signifikant. Tendensen var dock, liksom för granen, att mer hartskanaler innebar mindre gnag (*Figur 6*).

Årstall

Varken antal- och area hartskanaler eller gnagets area visade på signifikanta skillnader mellan behandlingarna (*Tabell 8*). Tendensen var dock både fler- och större area hartskanaler för de behandlade plantorna. De som behandlats med 100 mM MJ hade 4 gånger fler och dubbelt så stor area hartskanaler i jämförelse med de obehandlade plantorna. Gnagets omfattning var avtagande med koncentration MJ. Omfattningen av gnaget var ca tre gånger så stor på de obehandlade kontrollerna som på de behandlade. Ingen signifikant korrelation mellan antalet hartskanaler och area gnag, korrelationen är däremot tydligare, men ej signifikant, mellan area hartskanaler och area gnag (*Figur 6*).

Tabell 8. P-värden för gnagd area samt antal- och area hartskanaler.

Planttyp	Gnagd area	Antal hartskanaler	Area hartskanaler
Gran (n=6)	0,211	0,00	0,01
1-årig tall(n=6)	0,461	0,001	0,222
Årstall (n=4)	0,289	0,0083	0,548



Figur 5. Ljasmikroskåpbilder av stamsnitt av gran 100 mM (vänster) och kontroll (höger) i 40 ggr förstoring (högst upp), årstall 100 mM och kontroll 63 ggr förstoring (mitten), 1-årig tall 100 mM och kontroll 40 ggr förstoring (nedan) tagna efter första tillväxtperioden efter behandling.

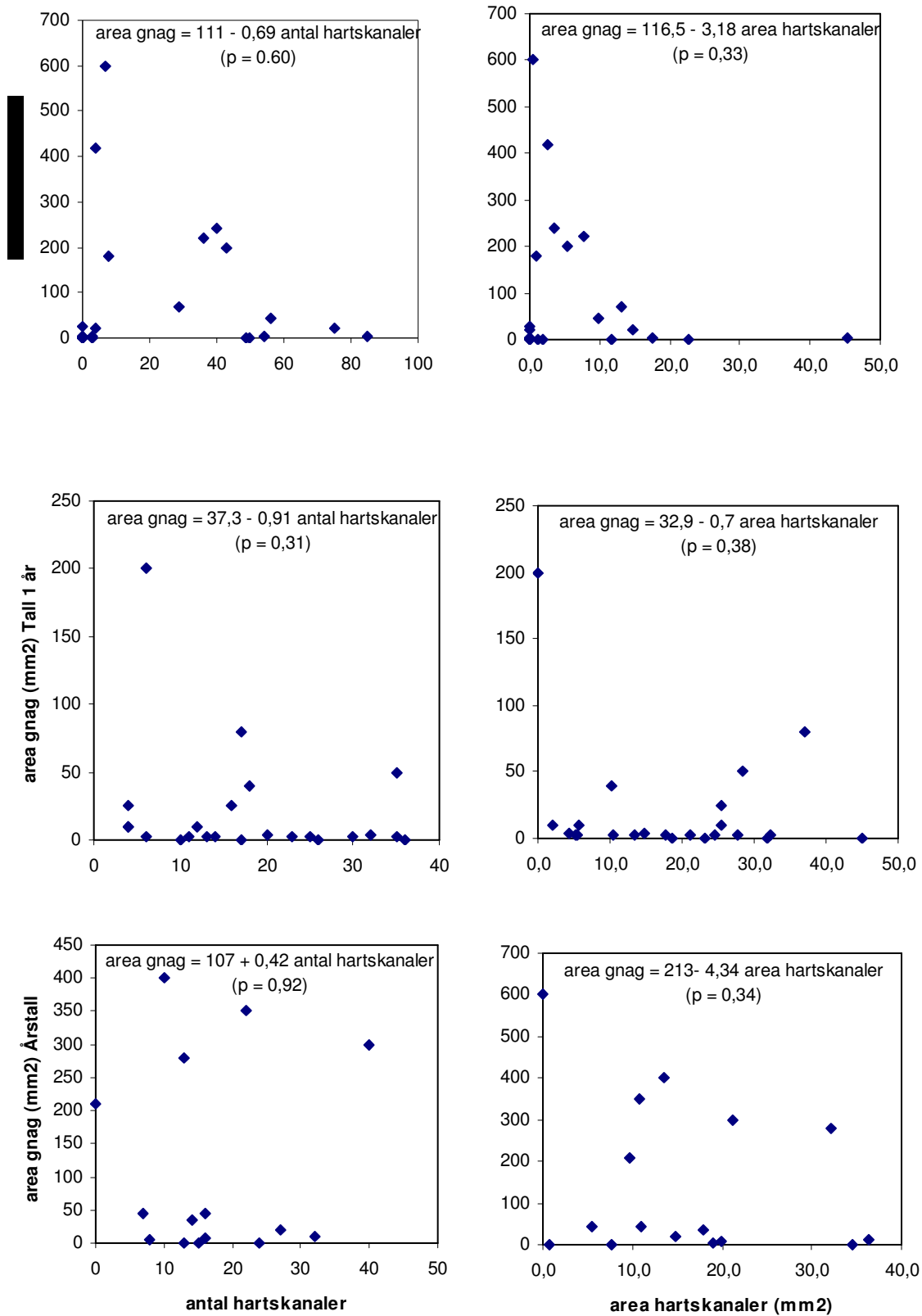
Tabell 9. Antal gnagda plantor och medelvärden för gnag, antal- och area hartskanaler.

Gran (n=6)	Antal gnagda plantor	Gnagd area (mm ²)	Gnag per gnagd planta (mm ²)	Antal hartskanaler	Area hartskanaler (mm ²)
K	4	75,7	113,6	0,7	0,7
25	4	43,5	65,3	2,5	0,3
50	6	210,8	210,8	36,7	7,5
100	5	53,0	63,6	52,0	18,0
1-årig tall (n=6)					
K	6	42,0	42,0	9,5	9,5
25	4	22,3	33,5	18,0	21,7
50	5	13,5	16,2	17,2	18,0
100	5	2,5	3,0	29,2	24,1
Årstall (n=4)					
K	4	303,8	303,8	6,0	10,5
25	3	107,5	143,3	19,0	18,6
50	3	86,3	115,1	15,5	13,3
100	3	79,5	106,0	25,3	21,3
Medelvärde (alla) (n=16)		86,7		19,3	13,6

Jämförelse av metoder för kvantifiering av hartskanaler

Regressionsekvationen, förhållandet mellan antal och area var:

Gran: area = - 0,97 + 0,329 antal (p = 0,00)
 Årstall: area = 8,82 + 0,476 antal (p = 0,081)
 1-årig tall: area = 6,74 + 0,619 antal (p = 0,013)



Figur 6 . Prickdiagram för area gnag och antal hartskanaler (vänster) och area gnag och area hartskanaler (höger) på gran (n=6), årstall (n=4) och 1-årig tall (n=6) efter första vegetationsperioden efter behandling (växthusförsök). I varje figur är regressionsekvationen och dess p-värde angivet.

Diskussion

Det övergripande **syftet** med försöket var att bestämma effekten av signalsubstansen metyljasmonat och ta reda på om metyljasmonat kan vara aktuellt för behandling av plantor som gnagavskräckande skydd mot snytbaggen.

Tillväxten blev tydligt reducerad av MJ-behandlingen i detta försök. Det resultatet överensstämmer med tidigare studier av både Franceschi et al. (2002) och Heijari et al. (2004). Orsaken till den sämre tillväxten för de behandlade plantorna finner man på cellnivå där plantaktiviteten kan delas in i tillväxt (celldelning och sträckning) eller differentiering (kemiska och morfologiska förändringar som leder till cellens mognad och specialisering). Tillväxt-differentierings balansen är en hypotes som utgår ifrån att det finns en "trade-off" mellan tillväxt och differentieringsprocesser. Detta beskrivs som plantornas dilemma: de måste växa snabbt nog att konkurrera, och fortfarande upprätthålla de fysiologiska anpassningarna (försvaret) för att överleva i närvaro av herbivorer och patogener (Hermes & Mattson, 1992).

I detta försök var det signifikanta skillnader i diametertillväxten mellan de olika behandlade plantorna. Skillnaderna var som störst för gran och årstall. För 1-årig tall var skillnaden mellan behandlingarna försumbar.

Skillnaderna i längdtillväxten för de olika behandlingarna var ej signifikant under första säsongen men däremot signifikant under den andra säsongen. Andra säsongen noterades en blockeffekt i försöket. Ett tecken på att växtbetingelserna på hygget var allför varierande.

För granen var längdtillväxten störst hos kontrollen. För årstall var de längsta plantorna de som behandlats med 25 mM MJ. För 1-årig tall var skillnaderna små. De som behandlats med 100 mM MJ hade växt lika mycket som kontrollerna. Dessa skillnader uppstod efter första säsongen och bibehölls eller förstärktes till andra säsongen.

För att sammanfatta resultatet för tillväxten kan man konstatera att behandlingen haft väntad verkan. Granens och årstallens tillväxt var nedsatt sammantaget sett. Den uteblivna skillnaden för den 1-åriga tallen beror troligast på att mer än 80 % av längdtillväxten och ca 50 % av diametertillväxten (*Figur 5, nedan, vänster*) redan ägt rum när plantorna behandlats. Heijari et al. (2004) drar också slutsatsen att tidpunkten för behandling förutom koncentrationen är avgörande för att effekten av behandlingen ska bli den bästa. De förespråkar därför att plantorna bör behandlas efter försommarens tillväxt. För gran tar det ca 3-4 veckor innan hartskanalerna är fullbildade (Franceschi et al., 2002). Därför vill jag förtydliga att behandlingen lämpligen sker mitt under försommarens tillväxt, innan tillväxten avslutats helt och inga traumatiska hartskanaler har möjlighet att bildas. Detta för att samtidigt få en bra tillväxt och ett förhöjt försvar.

I ett försök som nyligen utförts i Norge (Krokene, et al., 2005) med 2-årig gran var tillväxten efter 8 veckor för plantor behandlade med 100 mM MJ nedsatt med 55 % i jämförelse med obehandlade. I detta försök var längdtillväxten nedsatt med 20 % för granen. Motsvarande andel för årstall och 1-årig tall var 33 respektive 23 % efter första sommaren.

I växthusförsöket var antalet **hartskanaler** betydligt fler hos de MJ- behandlade plantorna för samtliga planttyper. Liksom tidigare studier visat (Franceschi et al., 2002) så orsakade behandlingen en ring av traumatiska hartskanaler i sista årsringen. Signifikanta skillnader

påvisades för både gran och 1-årig tall men inte för årstallen. När arean av hartskanalerna beräknades påvisades endast signifikans för granen. Det fanns inget signifikant samband mellan hartskanalernas area och gnagets area för någon av planttyperna även om hartskanalernas area och gnagets area var omvänt proportionerliga för tallarnas del.

Skillnaden i **gnagets area** är inte signifikant för någon av planttyperna vare sig i fältförsök eller i labbförsöket. Även när man ser till **gnagets omfattning** räknat i antalet angripna plantor så ser man inga signifikanta skillnader. I fältförsöket kan det särskilt under första men även under andra vegetationsperioden förklaras med att snytbaggetrycket på plantorna var för litet. Om gnaget varit mer omfattande hade resultatet blivit tydligare. Av någon anledning var det få snytbaggar på hygget som var upptaget under vintern som föregick försöket. Vid svåra angrepp, med ca 80 procent plantavgång, är genomsnittsgnaget per planta ca 7 cm² (Bylund & Nordlander, 2001). I fältförsöket var angreppen i genomsnitt 0,03 cm² första vegetationsperioden och 0,18 cm² den andra. I växthusförsöket var i genomsnitt 0,9 cm² angripet av snytbaggen. Med fler upprepningar i växthusförsöket hade den tendens som syns antagligen blivit tydligare och kanske visat att behandlingen avskräcker från gnag. Det gäller åtminstone för båda tallarna. För granen visar både fält- och labbförsöket att behandlingen inte haft någon gnagavskräckande verkan alls. Att behandlingen påverkat granen råder det ingen tvekan om. Det är signifikanta skillnader i kvantitet av hartskanaler. Att så många av granens 100 mM MJ –plantor utsatts för ett lättare gnag kan tyda på att även MJ-behandlingen kan fungera anlockande för snytbaggar, men att det kraftiga kådflödet tvingar snytbaggen till reträtt redan efter en liten tugga. Det är känt att trädets kemiska försvar i form av terpenier och fenoler som normalt hindrar angrepp av insekter även kan stimulera till mera gnag (Heijari et al., 2004). Detta samband visar sig också i Mitsells (2005) försök. Det svaga gnaget i fältförsöket innebär att det saknas underlag för att kunna bestämma eventuella skillnader. Om försöket hade förlagts på en plats med ett högre gnagtryck skulle resultatet blivit tydligare.

Vitaliteten var nedsatt främst för årstallens 100 mM MJ behandling. När de friska årstallarna jämfördes mot de som hade en lätt nedsatt, svårare nedsatt och dödligt nedsatt vitalitet var skillnaden signifikant under första vegetationsperioden. Orsaken till detta kan vara att denna typ av planta var för liten för behandlingen till skillnad från den större 1-åriga tallen och 2-åriga granen så därmed blev den högsta koncentrationen MJ för omfattande för årstallen. Så små plantor har inte studerats i dessa sammanhang tidigare. Mitsell (2005) behandlade 1-åriga tallplantor med MJ och iaktog en hög mortalitet som ej berodde på snytbaggeskador. Att det är möjligt att överdosera MJ går även att utläsa i Heijaris (2004) försök med 2-åriga tallplantor, där 59,4 % dog av 100 mM MJ-behandlade i jämförelse med 1,6 % av 10 mM MJ-behandlade plantor. Att den 1-åriga tallen i detta försök inte drabbades som i Heijaris försök beror troligast på att i deras försök behandlades hela plantan (barr, grenar och stam) med 30 ml av MJ-lösningen, till skillnad från detta försök där endast nedre delen av stammen behandlades med 5 ml MJ-lösning.

För granen påverkade inte MJ-behandlingen vitaliteten negativt. Ingen toxisk effekt kunde noteras, ett resultat som överensstämmer med tidigare studier på 2-åriga granplantor (Franceschi et al., 2002).

På bilderna (*Figur 6*) av plantornas stamsnitt kan man se att den obehandlade kontrollen av granen i princip helt saknar hartskanaler till skillnad från den obehandlade tallen som har ett flertal med kluster av hartskanaler. Detta är en möjlig orsak till skillnaden i resultat mellan gran och tall.

Slutsatsen är att en MJ-behandling leder till nedsatt tillväxt och fler hartskanaler men inget utökat skydd mot snytbaggennag i detta försök.

Tack

Bo Långström, Helena Bylund, Åke Lindelöw, Pål Krokene på NISK, Stina Svensson på Centrum för bildanalys, Louise Boiesen för assistans i fält, Stiftelsen Oskar och Lili Lamms minne.

Referenser

- Bernson, V. 1998. Varför är permetrinbehandling av barrträdsplantor ett problem? Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137:15. sid 7-12.
- Bylund, H. & Nordlander, G. 2001. Snytbaggarna äter mycket mer än plantor, Plantaktuellt, nr. 1.
- Björklund, N. & Nordlander, G. 2001. Snytbaggen hittar alla plantor! Plantaktuellt, nr 1.
- Day, K. R., Nordlander, G., Kenis, M., Halldorson, G. 2004. General Biology and Life Cycles of Bark Weevils. In: Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, Chapter 14 (pp. 331-349). Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J-C. & Evans, H.F (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Eidmann, H. & Klingström, A. 1990. Skadegörare i skogen. Borås LT förlag.
- Franceschi, V. R., Krekling, T., Christiansen, E. 2002. Application of Methyljasmonate on *Picea abies* (Pinaceae) stems induces defence-related responses in Phloem and Xylem, American Journal of Botany 89(4):578-586.
- Hannertz, M. 2003. Fritt fram för snytbaggen? Plantaktuellt, nr 4. Plantgruppen, Högskolan Dalarna och Skogforsk.
- Hermes, D. A. & Mattson, W. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. Reprinted from: The Quarterly Review of Biology, Vol 67, Number 3, sept 1992.
- Heijari, J., Nerg A-M., Kainulainen, P., Viiri, H., Vuorinen, M., Holopainen, J K. 2005. Application of methyl jasmonate reduces growth but increases chemical defence and resistance against *Hylobius abietis* in Scots pine seedlings. The Netherlands Entomological Society. 115:117-124.
- Von Hofsten, H. & Petersson, M. 2001. Mekaniska plantskydd kan hämma plantornas utveckling. Plantaktuellt. nr 1.

- Krokene, P., Nagy, N.E., Sandved Dalen, L., Kohmann, K., Krekling, T., 2005. Methyl jasmonate induces traumatic resin duct formation and reduced growth in young Norway spruce plants (manus).
- Leather, S.R., Day, K.R. Salisbury, A.N. 1999. The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis*: a problem of dispersal? Bulletin of Entomological Research 89, 3-16.
- Lieutier, F. 2004. Host resistance to bark beetles and its variations. In: Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe. Chapter 9 (pp. 135-180). Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J-C. & Evans, H.F (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Långström, B. & Day, K. 2004. Damage, Control and Management of Weevil pests, especially *Hylobius abietis*. In: Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe. Chapter 19 (pp. 415-444). Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J-C. & Evans, H.F (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Långström, B. 1982. Abundance and seasonal activity of adult *Hylobius*-weevils in reforestation areas during first years following final felling, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 106.
- Långström, B. 1998. Varför är snytbaggen fortfarande ett problem? Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137:15. sid 23-34.
- Mitsell, N. 2005. Anlockning och gnag av snytbaggar (*Hylobius* sp.) –Effekt av plantstorlek och behandling med metyljasmonat. Examensarbete i entomologi, Institutionen för entomologi, SLU, Uppsala.
- Nordlander, G., Petersson, M., Von Hofsten, H., Lindstöm, A. 2001. Plantskydd mot snytbagge –principerna och verkligheten. Skogforsk Resultat. nr 12.
- Nordlander, G. 1998. Vad kan vi göra åt snytbaggeproblemet? Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137:15. sid 35-42.
- Nordlander, G. 2001. Gnagavskräckande ämne kan bli framtidens plantskydd. Snytbagge special, Plantaktuellt, nr. 1.
- Nyström, C. & Hannertz, M. 2001. Snytbagge special, Plantaktuellt, nr. 1.
- Petersson, M. 2004. Regeneration Methods to Reduce Pine Weevil Damage to Conifer Seedlings, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Doctoral thesis, Alnarp.
- Thorsén, Å., Mattson, S., Weslien, J. 2001. Influence of Stem Diameter on the Survival and Growth of Containerized Norway spruce Seedlings Attacked by Pine Weevils (*Hylobius* sp.) Scandinavian Journal of Forest Research 16: 54-66.
- Thureson, T., Samuelson, H., Claesson, S. 2003. Konsekvenser av ett förbud mot permترینbehandling av skogsplantor, Skogsstyrelsens förlag, 2.

Weslien, J. 1998. Vad kostar snytbaggesskadorna? Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137:15. sid 19-22.

Örlander, G. 1998. Mekaniska snytbaggesskydd, Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137:15. sid 43-50.

Örlander, G. 1998. Skärmar, markberedning och andra skogsskötselåtgärder –kan de minska skadorna? Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137:15. sid 59-70.

Examensarbeten vid Inst. för entomologi, SLU, från och med 2003.

2003:1 - Anna-Sara Liman: Intra- and interspecific interactions between heteropteran generalist predators - the effect of behavioural differences and consequences for biological control.

2003:2 - Mattias Forshage: Förändringar i dyngbaggefaunan - Tendenser i abundans och utbredning hos dynglevande bladhorningar och deras släktingar i Sverige sådana de avspeglas i samlingar och litteraturen.

2003:3 - Anna Svedling: Oat sterile dwarf - A molecular method for determination of virus content in individual planthopper vectors.

2003:4 - Zhao Tao: Performance of the pine shoot beetles, *Tomicus piniperda* L. and *T. minor* (Hart.) (Coleoptera: Scolytidae) on their principal and secondary hosts, *Pinus yunnanensis* and *Pinus armandii* in Yunnan, China.

2003:5 - Chen Peng - Is there competition between *Tomicus piniperda* (L.) and *T. minor* (Hart.) (Col. Scolytidae) during shoot-feeding and breeding in China?

2003:6 - Maria Björkman: Induced allelopathic responses in barley: Effects on the bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) and the seven-spotted ladybird (*Coccinella septempunctata* L.).

2003:7 - Anna Lindau: Importance of arthropod predation on population dynamics of the willow gall midge *Dasineura marginemtorquens*

2003:8 - Niklas Jönsson: Hermit beetle, *Osmoderma eremita* - Situation and habitat preference on the island Hallands Väderö

2004:1 - Cecilia Remén: Associated learning of odour and colour in the seven-spotted ladybird *Coccinella septempunctata* (L.) - an olfactometer experiment.

2004:2 - Carola Orrmalm: Större svartbagge *Upis ceramboides* i norra Hälsingland - förekomst, substratkrav och effekter av skogsbrukets naturvårdsåtgärder.

2004:3 - Lena Wedmo: Saproxylic beetles in logging residuals from *Populus tremula* and *Betula* spp.

2004:4 - Kristina Browall: Svärmningens påverkan på populationstillväxten av *Varroa destructor* i bisamhällen på Gotland.

2005:1 - Nils Mitsell: Anlockning och gnag av snytbaggar (*Hylobius* sp.) -Effekt av plantstorlek och behandling med metyljasmonat.

2005:2 - Kristina Grill: Effects of interplant defence signalling on production and allocation of biomass.

2005:3 - Emma eklund: Sadelgallmygga som skadegörare på stråsäd. Försök och erfarenheter från Västra Götalands län.

2006:1 - Petter Öhrn: Effekten av metyljasmonat som skydd mot gnag av snytbagge (*Hylobius abietis*) på tall- och granplantor.